



TITLE:

Behavioral study of expression of body patterns for avoiding predation in the pharaoh cuttlefish *Sepia pharaonis* (Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Okamoto, Kohei

CITATION:

Okamoto, Kohei. Behavioral study of expression of body patterns for avoiding predation in the pharaoh cuttlefish *Sepia pharaonis*. 京都大学, 2015, 博士(理学)

ISSUE DATE:

2015-09-24

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k19262>

RIGHT:

学位規則第9条第2項により要約公開

(続紙 1)

京都大学	博 士（理 学）	氏名	岡本 光平
論文題目	Behavioral study of expression of body patterns for avoiding predation in the pharaoh cuttlefish <i>Sepia pharaonis</i> （トラフコウイカにおける捕食回避に関わる体色表出の行動学的研究）		
（論文内容の要旨）			
<p>頭足類は、動物の中で最も優れた体色変化能力を有している。頭足類の仲間であるコウイカ類は捕食回避や求愛、採餌など様々な文脈で体色変化能力を利用することが知られている。特に捕食回避のために多様な体色を表出するが、その変化は非常に複雑であるため、それぞれの体色の機能や利用される状況については未解明な点が多い。</p> <p>捕食回避に利用される体色の機能は大きく2つに分けることができる。すなわち、捕食者からの発見を妨ぐ体色（一次防衛）と発見された後に捕食者のアタックを妨ぐ体色（二次防衛）である。一次防衛については、隠蔽行動の研究がこれまで数多く行われ、コウイカ類が周囲の視覚的背景に合わせて体色を変化させることが分かっている。だが一方で、同じ背景においても多様な隠蔽の体色を示すことが知られている。二次防衛については、これまでほとんど研究が行われてこなかったが、近年、ヨーロッパコウイカが視覚依存型の捕食者に対して派手な目玉模様を示し威嚇するのに対し、嗅覚依存型の捕食者に対しては目玉模様を示さず逃避することが確認され、捕食者の種に応じて異なる体色を利用することが明らかとなった。だが一方で、同種の捕食者に対しても多様な体色を示すことが知られている。このように、コウイカ類は一次防衛においても二次防衛においても、同じ刺激に対して多様な体色を示すが、これまでほとんど着目されてこなかった。本研究ではトラフコウイカを対象とし、コウイカ類が一次防衛および二次防衛において如何に多様な体色を利用するかについて明らかにすることを目的とした。</p> <p>第1章では、同一背景においてトラフコウイカが表出する隠蔽体色と個性の関連について調べた。本研究では個体毎に利用する隠蔽体色が異なると予測した。同一背景において各個体が表出する体色を24時間ビデオで撮影する実験を、1週間毎、計4週間にわたって行った。その結果、各個体が同一背景において3種類の隠蔽体色を表出することが分かった。また、3つのうち2つの隠蔽体色の利用頻度に一貫した個体差が存在していた。一貫性が見られなかった隠蔽体色は遊泳頻度の高い個体が利用することが分かった。</p> <p>第2章では、同一捕食者に対する体色の表出機序を調べた。本研究では捕食者の動きに応じて異なる体色を表出すると予測した。捕食者刺激としてトラフコウイカの実際の捕食者であるハマフエフキをモデルとした魚類模型を提示した。トラフコウイカ</p>			

は模型の移動に対し多様な体色を表出した。体色と模型の移動との関係を解析した結果、コウイカは捕食者との距離と軌道に応じて体色を変化させることが確認された。

第3章では第2章の研究を発展させ、同一捕食者に対する体色の表出機序を、より複雑で厳密な刺激の提示を可能にする3次元コンピューターグラフィックスを用いて調べた。2種類の背景で捕食者刺激をトラフコウイカに提示し、コウイカが捕食者に対して表出する体色に、周囲の背景が与える影響を検証した。その結果、トラフコウイカはバーチャル映像の捕食者の接近に対し多様な体色パターンを表出し、さらに背景に応じて異なる体色を表出する傾向が確認された。

以上のことから、トラフコウイカは捕食者刺激などの外因的な刺激がない場合にも潜在的捕食者を想定して多様な体色を表出し、さらに捕食者刺激が存在する場合にはその捕食者の位置や動き、そして自身を取り巻く環境の情報を処理し、多様な体色のレパートリーの中から適切な体色を選択していると考えられる。

（論文審査の結果の要旨）

動物の持つ多様な体色の適応的機能としては捕食回避、体温調節、個体間のコミュニケーションのためのシグナルなどが考えられている。一部の動物は短時間に体色を変化させる能力を持ち、体色をより効果的にこれらの目的に使用していると推測される。しかしながら、様々な体色が実際にどれくらいこれらの働きを担っているのか、どのような要因が多様な体色変化を引き起こしているのかなどを実験的に検証するのは容易ではなく、自然界の動物が見せる体色の多様性の高さに比べて、その機能に関する実証的研究は極めて少ないのが現状である。申請者は、優れた体色変化能力を持つ頭足類の1種であるトラフコウイカ（以下、コウイカ）を材料として、体色パターンの表出に影響する要因を実験的に調べた。特に、対捕食者行動としての体色変化に注目し、刻々と変化する捕食者刺激と体色変化との関連を解析した。

申請者は第1章で、平常時にコウイカが示している体色に個体間の違いがあるかどうかを調べた。その結果、同一条件下において観察される主な体色パターンは3つあり、それらのパターンを表出している割合は個体ごとに異なることを明らかにした。さらに、この表出割合は各個体において安定していることから、コウイカの体色パターンの表出の仕方には「個性」があると結論した。

第2章では、捕食者であるハマフエフキの実物大模型を作製し、異なる軌道でコウイカに近づけて、体色パターンの変化を調べた。その結果、捕食者との距離や近づいてくる軌道によってコウイカは異なる体色を表出することを明らかにし、コウイカは捕食リスクに応じて体色パターンを数秒単位で変化させていくことを定量的に示した。

第3章では、捕食者の視覚刺激のみの影響を明らかにするため、3次元コンピューターグラフィックスによるアニメーションをデザイン、作成し、これをコウイカに提示した。これにより、コウイカは視覚刺激のみで捕食者との距離や接近軌道を把握し、体色パターンを変化させることを示した。さらに、その体色パターンはコウイカがおかれている背景の模様によっても異なることを明らかにした。

頭足類が精緻な体色変化能力を持つことは古くからよく知られているが、表出される体色パターンにどのような要因が影響を与えるかを定量的実験によって解析した研究は少ない。特に、頭足類は体色パターンを瞬時に、かつ劇的に変化させる能力を持つことが特徴であるが、捕食者の動きに対応させた時間的变化という視点で体色を扱った研究は皆無と言える。申請者は、実物大の模型やコンピューターグラフィックスを自ら作成して、これまでに試行されたことのない手法で実験を立案、実行し、捕食者との距離や接近の仕方に応じて、コウイカが体色パターンを多様に変化させることを定量的に示した。これにより、コウイカは捕食リスクの微妙な差異や変化を認知することが可能であることを明らかにした。さらに、ここ10年余りの間、動物行動学において重要な課題となってきた行動の「個性」という現象にも目を向け、コウイカの示す体色パターンは、それぞれの個体が持つ「個性」の影響も受けている可能性を実験的に示した。コウイカ卵の野外での採集、室内での孵化、長期飼育および捕食者刺激の提示実験は、一筋縄ではいかない作業であり、申請者はこれらの困難な行程を遂行した上で、体色パターンの継時的変化に影響する要因の解明という頭足類に特有な課題を成し遂げた。その成果は、頭足類に限らず動物における様々な体色の適応的機能や進化の解明の一助となる。また、アニメーションによる刺激提示という再現性や応用性の高い実験手法が頭足類の行動研究において実用可能であることも示し、当該研究分野の今後の発展にも大きく寄与すると考えられる。

以上のことから、本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成27年7月2日に論文内容とそれに関連した口頭試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公表可能日： 年 月 日以降